

DER ZÜCHTER

6. JAHRGANG

MÄRZ 1934

HEFT 3

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Frankfurt a. M.)

Zum Wuchsstoffproblem.

Von **F. Laibach**, Frankfurt a. M.

Die Phytohormonforschung geht, was lange Zeit fast ganz übersehen wurde, auf eine vor 25 Jahren von H. FITTING (1) gemachte Entdeckung zurück. Bei einem Aufenthalt in Java stellte er damals fest, daß sich aus den Pollinien (Pollenmassen) von Orchideen mit kaltem und heißem Wasser sowie Alkohol eine thermostabile Substanz extrahieren läßt, die eigenartige Wirkungen besitzt. Wird ein Wattebausch, mit wässrigem Pollinienextrakt getränkt, auf die Narbe gewisser Orchideen gebracht, so treten *Schwellungsscheinungen* am Gynostemium (der Griffelsäule) mitunter sogar an dem unsterändigen Fruchtknoten auf, und die Blüte, die unberührt bei manchen Arten wochenlang blüht, verwelkt nach kurzer Zeit. Die beobachteten Schwellungsscheinungen beruhen auf *Zellstreckung*, nicht auf Zellvermehrung.

Nachdem dann MORITA (2) ergänzend festgestellt hatte, daß die Substanz auch ätherlöslich ist, konnte ich (3) zeigen, daß sich bei der Orchideengattung *Calanthe* die Wirkung der Substanz von der Narbe aus sogar bis auf den *Blütenstiel* erstreckt. Zur Blütezeit stellt dieser, nachdem er sich aus der geneigten Knospensstellung senkrecht aufgerichtet hat, sein Wachstum ein, und die Blüte verwelkt nach einigen Wochen in dieser Stellung, wenn sie unbeeinflußt bleibt. Wird sie bestäubt, dann schwilkt nicht nur der Fruchtknoten an, sondern auch das Wachstum des Stieles wird von neuem angeregt und, da er oberseits stärker wächst als unterseits, so kommt eine scharfe Abwärtskrümmung zustande. Die gleiche Wachstumsreaktion erzielt man, wenn man die Narbe mit Pollinienextrakt behandelt (Abb. 1). Ja, sie tritt sogar dann noch auf, wenn man die Griffelsäule unterhalb der Narbe durchschneidet, letztere mit Pollinienextrakt tränkt und dann den oberen Teil auf den Stumpf wieder aufsetzt — ein Zeichen, daß der Einfluß von der Narbe aus auf den Stiel stofflich bedingt ist. Näheres wußte man aber über den Stoff nicht.

Erst vor gut einem Jahre gelang es mir (4) den Nachweis zu erbringen, daß es sich aller Wahrscheinlichkeit nach hier um das bekannte,

zuerst in der Spitze der Haferkoleoptile entdeckte Phytohormon, den *Wuchsstoff* (Auxin), handelt. Es konnte weiter gezeigt werden (5), daß dieses Phytohormon in einer solchen *Konzentration* in den Pollinien vorliegt wie in keinem anderen bisher auf Wuchsstoff untersuchten Pflanzenorgan. Dabei bewahren lufttrocken aufbewahrte Pollinien ihre Wirksamkeit mindestens ein Jahr, wahrscheinlich aber viel länger.

Die hohe Konzentration des Wuchsstoffes in den Pollinien legte den Gedanken nahe, ihn

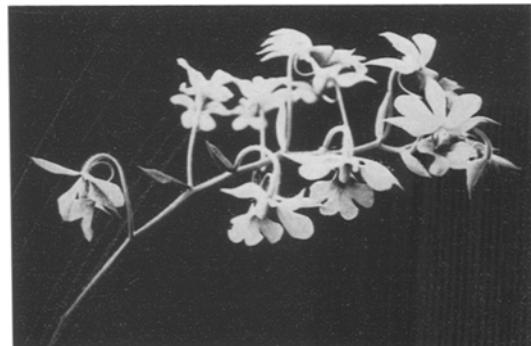


Abb. 1. Blütenstand von *Calanthe Darblayana*. Älteste Blüte (links) autonom abblühend. Dritte und sechste Blüte von links zeigen durch Pollinienextrakt hervorgerufene postflorale Stielkrümmungen.

auch *intakten* Pflanzenorganen zuzuführen. Man hatte das vorher mit Erfolg nur an Wurzeln versucht, während man an anderen Organen den Wuchsstoff ausschließlich durch Schnittflächen applizierte, offenbar, weil man ein Eindringen selbst konzentrierter Wuchsstoffes durch die cuticularisierte Epidermis nicht für möglich hielt. Der Erfolg unseres Versuches übertraf die Erwartungen. Wurden Agarstreifen mit konzentriertem Pollinienwuchsstoff intakten Haferkoleoptilen außen einseitig angelegt, so wurden Krümmungen von einem Ausmaß erzielt, wie sie bei Verwendung der bisher üblichen Dekapitierungsmethode nie beobachtet worden sind.

Auch Keimstengel dikotyler Gewächse wie die der Kornrade (*Agrostemma Githago*) reagierten auf äußerlich zugeführten Wuchsstoff in gleicher Weise (6).

Die Agarmethode der Wuchsstoffzuführung weist jedoch beträchtliche Mängel auf. Sie läßt sich nur anwenden in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit, weil sonst der Agar bald ein trocknet. Auch wird er leicht von Schimmel pilzen und Bakterien besiedelt und dadurch der Wuchsstoff unwirksam gemacht. Schließlich wird der Wuchsstoff verhältnismäßig schnell aus dem Agar an die pflanzlichen Gewebe abgegeben. Kurzum, für über längere Zeit sich erstreckende und in Räumen mit geringerer Luftfeuchtigkeit bzw. im Freiland anzustellende Wuchsstoffversuche mußten neue Wege gesucht werden.

Diese Notwendigkeit wurde akut, als wir an Korrelationsuntersuchungen herantraten. Korrelationen sind im Pflanzenreich weit verbreitet und lange bekannt. Sie bestehen zwischen den verschiedensten Pflanzenorganen. So existiert bei vielen Gewächsen eine Korrelation zwischen Blattspreite und -stiel. Wird die Spreite entfernt, so fällt der Stiel vorzeitig ab, also muß die Spreite einen hemmenden Einfluß ausüben auf die Ausbildung der an der Basis des Stieles entstehenden Trennungsschicht. Worin besteht dieser Einfluß? Man ist wie bei anderen derartigen Korrelationserscheinungen heutzutage vielfach der Auffassung, daß die Beziehungen hormonaler Natur seien. Was lag daher näher, als zunächst einmal zu prüfen, ob die Spreite durch das bekannteste, weit verbreitete und nicht spezifisch wirkende Phytohormon, den Wuchsstoff, zu ersetzen sei. Die Untersuchungen wurden von einem Schüler von mir, Herrn G. MAI, durchgeführt. Es zeigte sich, daß Blattstielpümpfe von *Coleus*, deren Schnittfläche mit Wuchsstoffagar belegt wurde, einige Tage später abfielen als solche, denen reiner Agar aufgesetzt wurde. Da die Versuche in einem gewöhnlichen Warmhaus mit schwankender Luftfeuchtigkeit angestellt wurden, stellten sich gar bald die Nachteile der Agarmethode heraus. Wie, wenn man nun, statt die Pollinien zu extrahieren und den Extrakt in Agar gelöst der Pflanze darzubieten, einfach die *Pollinien lebend* als *Wuchsstoffquelle* benutzte? Es wurde also in einen Längsspalt, der an der Schnittfläche des Blattstielpümpfes angebracht wurde, ein lebendes Pollinium einer tropischen Orchidee eingesetzt, und damit waren mit einem Schlag alle Mißstände behoben. Das Pollinium blieb nach dem Aufquellen wochenlang frisch, gab langsam und stetig seinen Wuchsstoff an den Stiel ab, förderte das Wachstum junger Stiele und regte selbst in ausgewachsenen neues Wachstum an, wodurch wieder die Lebensdauer der Stiele ver-

längert wurde, und zwar auf das zehn- und mehrfache der Lebensdauer entspreiteter Kontrollblätter. Dabei war selbst nach Wochen der Wuchsstoff noch nicht restlos aus den Pollinien verschwunden, so daß diese erfolgreich an neuen Stielbümpfen verwendet werden konnten.

Aber auch mit diesem Erfolg durften wir uns nicht zufrieden geben, denn die Beschaffung der nötigen Mengen Orchideenpollinien macht wenigstens bei uns zu Lande auf die Dauer Schwierigkeiten. Es gibt andere leichter zugängliche Wuchsstoffquellen. So kann man heute aus Harn nach dem von KÖGL und seinen Mitarbeitern (7) ausgearbeiteten Verfahren bequem stark angereicherte Wuchsstoffpräparate gewinnen. Aber wie den Wuchsstoff der Pflanze anders zuführen als in Agar oder einer ähnlichen gallertartigen Substanz? Hier half eine Beobachtung weiter, die FITTING schon 1909 gemacht hatte. Er konnte damals zeigen, daß sich das Pollenhormon nicht in dem Pollen selbst, sondern in der die Pollentraden zusammenhaltenden Kittsubstanz findet. Man hätte also nach einer ähnlichen Substanz suchen können. Eine einfache Überlegung führte jedoch dazu, es zunächst einmal mit fett- bzw. gummiartigen Substanzen zu versuchen. Als sehr geeignet erwies sich denn auch Wollfett, das die Eigenschaft hat, in Aceton und Äther löslich, in Wasser zwar unlöslich zu sein, aber eine gewisse Menge Wasser beim Verreiben aufzunehmen. Es wird dadurch zu Lanolin, und dieses zeichnet sich durch große Beständigkeit aus. Wird Wollfett statt mit Wasser mit einem wässrigen wuchsstoffhaltigen Extrakt verrieben, so erhält man dadurch ein Wuchsstoffpräparat, das beinahe allen Ansprüchen, die der Pflanzenphysiologe an ein solches zu stellen hat, genügt. Bei der Herstellung der *Wuchsstoffpaste* kann man von Pollinien wie von Harn ausgehen. Da ein Unterschied in der Wirkung nicht besteht, arbeiten wir heute fast ausschließlich mit Harnwuchsstoffpaste.

Bestreicht man damit die Narbenfläche geeigneter Orchideen, so schwellen die Griffelsäule, bei gewissen Arten auch der Fruchtknoten an, bei der obengenannten *Calanthe* senkt sich der Stiel durch stärkeres Wachstum der Oberseite nach unten, und die Blüte blüht vorzeitig ab. Bestreicht man bei *Calanthe* nur den Blütenstiel, so krümmt er sich ebenfalls abwärts, und auch jetzt verwelkt die Blüte nach wenigen Tagen, obwohl die Griffelsäule und der Fruchtknoten keinerlei Schwellungserscheinungen aufweisen — ein Zeichen, daß das Abblühen schon durch Auslösung eines der verschiedenen Post-

florationsvorgänge mit induziert wird und nicht auf eine direkte Wirkung des Wuchsstoffes zurückzuführen ist. Durch äußerliche Behandlung des Fruchtknotens mit Wuchsstoffpaste schwächt dieser bis zur doppelten Größe an; mehr ließ sich bisher nicht erreichen. Ob sich bei gewissen Gewächsen auf diesem Wege künstlich Parthenokarpie (Jungfernfruchtigkeit) auslösen läßt, bleibt zu prüfen. — Werden Haferkoleoptilen auf zwei opponierten Flanken mit Wuchsstoffpaste bestrichen, so wachsen sie schneller und stärker als mit Wasserpaste bestrichene Kontrollen. Trägt man einseitig längs einer Flanke bei jungen Haferkoleoptilen Wuchsstoffpaste auf, so beobachtet man nach etwa 2 Tagen Krümmungen von geradezu phantastischem Ausmaß. Die Spitze beschreibt Winkel bis zu 450° (Abb. 2). Derartig starke Reaktionen erzielt man allerdings nur bei ziemlich optimaler Wuchsstoffkonzentration. Ist sie zu stark oder zu schwach, so ist das Ausmaß der Krümmungen geringer. — Ähnlich starke Krümmungen wer-

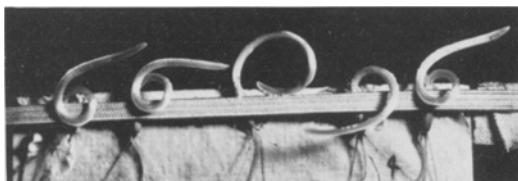


Abb. 2. *Avena*-Koleoptilen, linksseitig mit Harnwuchsstoffpaste bestrichen, krümmen sich bis zu 450° . (Nach Versuchen von F. BRECHT; phot. K. REIS).

den an Blattstielen dikotyler Pflanzen (z. B. *Coleus*) beobachtet, wenn man auf der Ober- oder Unterseite Wuchsstoffpaste aufträgt (nach Untersuchungen von F. BRECHT). Auch selbst die Blattspreite (z. B. bei Bohnen) rollt sich vollkommen nach oben oder unten ein, wenn man die Mittelrippe ober- bzw. unterseits mit Wuchsstoffpaste einreibt (nach Untersuchungen von E. FABER). — Bringt man Wuchsstoffpaste auf die Schnittfläche eines entspreiteten *Coleus-Blattes*, so wird der Stiel, der bei Verwendung von Wasserpaste in etwa 3 Tagen abfällt, im Extrem erst nach 25 Tagen abgestoßen. Wenn man dann die Paste an Haferkoleoptilen prüft, stellt man fest, daß sie immer noch Wuchsstoff enthält. Dieser wird also nur ganz langsam an die pflanzlichen Gewebe abgegeben. — Starke Wuchsstoffpaste bleibt viele Wochen wirksam, wenn sie auch im Laufe der Zeit etwas an Wirksamkeit einbüßt.

Auf das Wachstum der Wurzel wirkt die Paste *hemmend*, wie nach allen bisherigen Erfahrungen

nicht anders zu erwarten war (8). Alle geprüften Wurzeln angiospermer Gewächse zeigten daher auf der bestrichenen Flanke Konkavkrümmungen, die bis zu 360° betragen konnten (Abb. 3). Eine Erklärung für das unterschiedliche Verhalten von Wurzel und Sproß gegenüber der gleichen Substanz hat sich bisher noch nicht finden lassen.

Man kann mit Wuchsstoffpaste auch an ganz zarten Organen arbeiten. So lassen sich an den dünnen Staubfäden der Zimmerlinde (*Spar-*

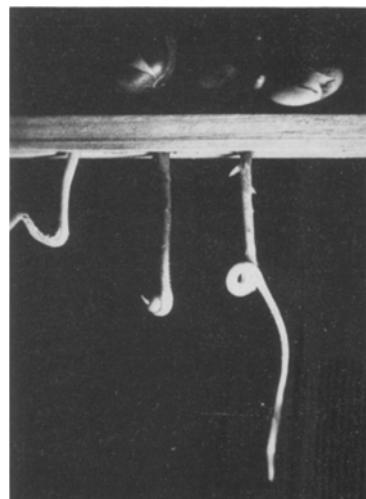


Abb. 3. Hauptwurzeln von *Vicia Faba* mit starken Konkavkrümmungen auf der mit Wuchsstoffpaste bestrichenen Seite. Man beachte auch die Verdickungen in der Krümmungszone. (Nach Versuchen von E. FABER).

mannia africana) durch einseitiges Anbringen eines Tupfens Wuchsstoffpaste kräftige Konvexkrümmungen erzielen. Es wird sogar nicht unmöglich sein, Einzelzellen, Zellreihen und Zellflächen einseitig mit Wuchsstoffpaste zu behandeln; es muß sich dann zeigen, ob auch bei der einzelnen Zelle Wachstumsunterschiede auf den opponierten Seiten erzielt werden können.

Von Gymnospermen wurde bisher nur die Gnetacee *Ephedra helvetica* L. untersucht. Junge gut wachsende Stengelglieder reagierten mit sehr starken Konvexkrümmungen (bis 270°) auf der mit Wuchsstoffpaste bestrichenen Seite.

Auch bei Cryptogamen ist Wuchsstoff nachgewiesen worden, z. B. in der Kulturflüssigkeit von Pilzen und Bakterien (NIELSEN, BOYSEN JENSEN), in Hutpilzen (*Boletus edulis*) (NIELSEN) bei der Grünalge *Valonia* (VAN DER WEY), ferner in Farnrhizomen (eigene unveröffentlichte Untersuchungen), zum Teil in nicht unbeträchtlicher Menge. Daß gewisse Sporenplatten auch auf Wuchsstoff reagieren, zeigten mir Ver-

suche an Farnwedeln von *Polyodium*-Arten u. a. sowie an Blattstielen des Wasserfarns *Marsilia*. Auch hier wirkt Wuchsstoff fördernd auf das Streckenwachstum. Wenn ich bis jetzt an Laub- und Lebermoosen noch keine deutlichen Resultate erhielt, so kann dies an dem langsamem Wachstum des untersuchten Materials liegen, vielleicht aber auch an ihren anderen Reaktionsvermögen. Denn auch an Schimmelpilzen (*Aspergillus*) haben NIELSEN und HARTELius (9) keinen Einfluß des Auxins auf das Wachstum feststellen können. Hier müssen daher erst weitere Untersuchungen Klarheit schaffen. Es ist ja durchaus möglich,



Abb. 4. Blattrollung an Bohnenblättern, durch Wuchsstoffpaste hervorgerufen.

Die rechte Hälfte des jungen Blattes war oberseits mit Paste bestrichen und krümmt sich stark konvex; die Blattrippen treten deutlich hervor im Gegensatz zu der nicht bestrichenen linken Blatthälfte, die nur passiv an der Einrollung beteiligt ist.
(Nach Versuchen von E. FABER.)

daß es Pflanzen gibt, deren Streckungswachstum durch andere Stoffe als durch Auxin reguliert wird.

Wenn man die Entwicklung des Wuchsstoffproblems von dem hier eingenommenen Standpunkte aus betrachtet, so erhält man wieder einmal den Eindruck, daß die Wege, die die Forschung geht, oft recht eigenartige sind. Schon 1909 hatte FITTING, ohne es zu wissen, hochkonzentrierte Wuchsstoffpräparate in Händen. Hätte er damals einen Wattebausch, mit Pollinienextrakt getränkt, wie er ihn bei seinen Orchideenversuchen verwendete, einem stark wachsenden Pflanzenteil, etwa einer Haferkoleoptile oder dem Keimsproß einer dikotylen Pflanze, einseitig angelegt, so hätte er Wachstumskrümmungen beobachtet, und die Wuchsstoffforschung hätte einen ganz anderen Verlauf

genommen. Es lag das noch nicht einmal allzu fern, da etwa um dieselbe Zeit durch die Untersuchungen BOYSEN JENSENS und PAÁLS das Vorhandensein einer wachstumsfördernden Substanz in der Spitze der Haferkoleoptile festgestellt worden ist. Aber der Umstand, daß das Pollenhormon im wesentlichen nur bei Orchideen (in geringeren Mengen allerdings auch bei der Malvazee *Hibiscus*) gefunden wurde, und daß es anscheinend nur von der Narbe aus auf gewisse Blütenteile von Orchideen und nur Orchideen eine wachstumsanregende Wirkung ausübt, ließ den Gedanken, daß es sich hier um den gleichen Körper handeln könne, der in der Spitze der Haferkoleoptile gebildet wird, nicht aufkommen. Und so hat die Entdeckung FITTINGS zunächst keinen Einfluß auf die Entwicklung des Wuchsstoffproblems ausgeübt. Es mußte der lange, mühselige Weg über die Haferkoleoptile mit ihren ganz geringen Wuchsstoffkonzentrationen gegangen werden, bis es endlich gelang, den Wuchsstoff aus Koleoptilspitzen in Agar aufzufangen (10), sein Vorkommen in allen möglichen anderen Organen nachzuweisen, ihn anzureichern (11) und schließlich rein zu gewinnen (12). Erst als sich herausstellte, daß das Pollenhormon und der Wuchsstoff offenbar identische Substanzen sind, da kamen die beiden bisher getrennt laufenden Forschungsrichtungen zusammen, wobei die Wuchsstoffforschung einen neuen Antrieb erhielt. Die Tatsache nämlich, daß der Wuchsstoff der Pollinien in einer besonderen die Pollen zusammenhaltenden Substanz vorliegt, ließ den Gedanken reifen, ihn dem pflanzlichen Organismus in einer anderen geeigneteren Form als in Agar darzubieten. So entstand die Wuchsstoffpaste und damit ein der Agarmethode weit überlegenes Verfahren, das es gestattet, beinahe jedwedem pflanzlichen Organ, ohne es zu verletzen, Wuchsstoff zuzuführen, außerdem aber auch, worauf ich bisher noch nicht eingegangen bin, durch Injektion im Innern der Pflanze Wuchsstoffdepots anzulegen. Hat also der Weg über die Haferkoleoptile dazugeführt, den Wuchsstoff in den verschiedensten pflanzlichen und tierischen Organismen nachzuweisen und ihn schließlich in beliebiger Konzentration und Reinheit zu gewinnen, so erfuhr auf dem Wege über die Orchideenpollinien das Verfahren, ihn den Pflanzenzellen und -geweben zugänglich zu machen, eine außerordentliche Vervollkommenung. Aus den so auf getrennten Wegen erzielten Fortschritten erwachsen der experimentellen Morphologie sowie der Entwicklungs- und Reizphysiologie der Pflanzen neue große Möglichkeiten.

So ist es schon jetzt gelungen, durch Behandlung ganz junger Blätter mit Wuchsstoffpaste histioide Gallen in Form von Blattrollungen hervorzurufen (Abb. 4), die ganz den von *Taphrina deformans* an Pfirsichblättern hervorgerufenen ähneln, und ebenso konnten wir, worauf schon hingewiesen wurde, die Fruchtbildung etwas anregen. Wenn das möglich ist, dann werden wir auch lernen, die Samenentwicklung künstlich zu beeinflussen. Das kann aber von großer praktischer Bedeutung werden. Wissen wir doch, daß gewisse Obstsorten (*Prunus avium* L.) nur deshalb steril sind und gewisse Kreuzungen nur deshalb nicht glücken, weil die Embryonen infolge somatischer Einflüssen frühzeitig auf der Mutterpflanze absterben (13). Da wird es oft schon genügen, die Entwicklung etwas länger, als es unter natürlichen Bedingungen der Fall ist, im Gang zu halten, und daß dies mittels Wuchsstoffpaste möglich ist, haben ja die Versuche an Blattstielstümpfen von *Coleus* gezeigt.

Natürlich wird man aber nicht nur Wuchsstoffe, sondern auch andere entwicklungsphysiologisch wichtige Phytohormone, wie sie z. T.

schnon entdeckt sind [wurzelbildende Substanzen (14)], z. T. sicher in nächster Zeit aufgefunden werden, in Pastenform den Pflanzenorganen darbieten müssen. Daß dabei auch für die praktische Pflanzenzucht manches Wertvolle herauspringen wird, scheint mir gar nicht zweifelhaft.

Literatur.

1. FITTING, H.: Z. Bot. 1 (1909).
2. MORITA, K.: Bot. Mag. Tokyo 32 (1918).
3. LAIBACH, F.: Planta 9 (1929).
4. LAIBACH, F.: Ber. dtsch. bot. Ges. 50 (1932).
5. LAIBACH u. MASCHMANN: Jb. Bot. 78 (1933).
6. LAIBACH u. KORNMANN: Planta 19 u. 21 (1933).
7. KÖGL u. Mitarb.: Z. physiol. Chem. 214 (1933).
8. Vgl. z. B. CHOLODNY, Ber. dtsch. bot. Ges. 42 (1924).
9. NIELSEN u. HARTELUS: C. r. Trav. Lab. Carlsberg 19 (1932).
10. WENT, F. W.: Rec. Trav. bot. néerl. 25 (1928).
11. NIELSEN, N.: Jb. Bot. 73 (1930).
12. KÖGL u. HAAGEN-SMIT: Proc. Ak. Wet. Amsterd. 34 (1931).
13. TUKEY, H. B.: J. Heredity 24 (1933). — LAIBACH, F.: Z. Bot. 17 (1925).
14. WENT, F. W.: Proc. Ak. Wet. Amsterd. 32 (1929).

Zur Genetik der weißen Samenfarbe bei *Phaseolus vulgaris*.

Von **Fritz Schreiber**, Quedlinburg.

Bei der praktischen Züchtung von neuen Bohnensorten ist neben anderen erstrebenswerten Eigenschaften die Farbe des Bohnenkornes nicht unwesentlich. Ist es doch oft gerade die Färbung des Samens, weshalb manche Sorten vom Verbraucher abgelehnt werden. So verlangt der deutsche Markt mit Vorliebe weißkörnige Bohnen, während die Schweizer und Franzosen dunkelfarbige, besonders schwarze Bohnensamen bevorzugen. Die Konservenfabriken verwenden ungern bunte Bohnensorten, weil die dunklen Samen den eingekochten jungen Bohnenhülsen ein unansehnliches überreifes Aussehen verleihen und die Bohnenbrühe verfärbten. Weißkörnige junge Bohnenhülsen hingegen sehen in der Konservendose frisch und zart aus.

Die Wünsche und den Geschmack der Abnehmer muß natürlich der Bohnenzüchter berücksichtigen und darauf bedacht sein, möglichst weißsame Neuheiten auf den deutschen Markt zu bringen. Zur Erreichung dieses Zuchzieles gibt es verschiedene Möglichkeiten, die im vorliegenden Bericht näher untersucht werden sollen.

Auf die Vererbung der bunten Kornfarben: Braun, Gelb, Rot usw. und ihre Beziehungen zueinander soll hier nicht eingegangen werden. Die Anzahl der farbigen Individuen in den zu besprechenden Kreuzungen ist nicht groß genug, um stichhaltige Folgerungen daraus ziehen zu können. Eingehende Studien über die Genetik bunter Bohnenfarben sind in neuerer Zeit von LAMPRECHT (1, 2, 3, 4) angestellt worden. In den folgenden Zeilen soll in erster Linie der Erbgang der *weißen* Samenfarbe berücksichtigt werden.

1. Der Grundfaktor für Pigmentierung.

Im allgemeinen ergeben weißsame Bohnensorten miteinander gekreuzt wieder weißsame Nachkommen. Abweichungen von dieser Regel werden im letzten Teil dieser Abhandlung besprochen. Des weiteren ist festzustellen, daß die meisten Kreuzungen zwischen einer farbigen und einer weißen Bohne eine farbige erste Generation ergeben, die anders gefärbt ist als die bunte Eltersorte. Die zweite Generation spaltet dann immer ein Verhältnis 3 farbig : 1 weiß. Beispiele hierfür gibt es viele in der Literatur (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10). In Tabellen 1 und 2 seien dies-